

UNIVERSITE HASSAN II - MOHAMMEDIA
FACULTE DES SCIENCES ET TECHNIQUES



TP5 : Gyroscope



Réaliser par :

But de manipulation :

le but de la manipulation est :

-Mesure du moment d'inertie du disque du gyroscope.

-Détermination de la fréquence de précession

-Détermination de la fréquence de nutation

Théorie :

Si un solide (S) est en mouvement par rapport à un référentielle $R_0(O,i_0,j_0,k_0)$.Il est toujours possible de décomposer le mouvement du solide (s) par rapport à R_0en une translation celle de son centre de gravité G et en une rotation autour de son centre de gravité.

L'orientation du solide (S) par rapport à R_0 est déterminée à l'aide des angles ψ,Θ et φ.

Soit $R_s(G,x_s,y_s,z_s)$le repére lié à (S). Nous avons :

$R_0(G,i_0,j_0,k_0)\rightarrow R_1(G,u,v,k_0)$ Rotation:ψ,k_0

$R_1(G,u,v,k_0)\rightarrow R_2(G,u,w,z_s)$ Rotation:Θ,u

$R_2(G,u,w,z_s)\rightarrow R_s(G,x_s,y_s,z_s)$ Rotation:φ,z_s

Ψ: angle de precession.

Θ : angle de nutation.

φ : angle propre.

Si le solide (S) est en rotation pure autour d'un point fixe O quelconque, les définitions précédentes des angles d'Euler sont conservées.

Dans la suite de ce TP, on va adopter les notations suivantes :

$d\psi /dt = \omega_P$

$d\Theta/dt = \omega_N$

$d\varphi/dt = \omega$

Un gyroscope est un corps rigide qui tourne sur un axe fixé en un point. Si aucun couple de rotation n'est exercé sur le gyroscope, l'axe de symétrie de rotation(en même temps axe du moment angulaire) conserve sa position dans l'espase.Lorsqu'une force extérieure est exercé sur l'axe, le couple de rotation entraine une modification du moment angulaire. Ce mouvement est appelé

précession. Cette précession tend à aligner l'axe de symétrie de révolution avec le couple appliqué.

Lorsque le gyroscope subit un léger coup latéral sur son axe , il effectue alors un mouvement de nutation.

Manipulation :

Mesure du moment d'inertie du disque :

Avec : m=30g

h(cm)	t_1(s)	t_2(s)	t_3(s)	t_m(s)	$(t_m)^2(s^2)$	Δt
30	5,5	5,36	5,45	5,43	29,48	0,05
40	5,82	6,06	5,97	5,95	35,4	0,15
50	6,78	6,82	6,97	6,85	46,9	0,19
60	7,28	7,25	7,32	7,28	52,9	0,04
70	7,85	8,13	8,13	8,03	64,4	0,28

-La masse m est soumise aux forces P et T .le principe fondamental de la dynamique appliqué m donne **: T=m(g-y)**

Où **g** : est l'accélération de la pesanteur et **y**: l'accélération de la masse m.

L'application du théorème moment cinétique au disque :

I d²a\dt² avec **a :** angle de rotation du disque

I : moment d'inertie du disque par rapport à son axe de rotation.

Y=rd²a\dt² : relation entre accélération de la masse m et l'accélération angulaire du disque

Les relations précédant permettent d'écrire :

h(t)=1\2 yt² et **t²=2.h(t)\y** avec **y=mgr²\I+mgr²**

Calcule de y :

d'après la courbe t^2=f(h) on a :

t^2=c.h

c=($\Delta t^2/\Delta h$)=(52,9-29,48/60-30)=0,78

Et: c=(2/y)

Donc: y=(2/c)=2,56 cm/s^2.

le moment d'inertie : on a $y=(mgr^2/I+mgr^2)$

alors $I=(mgr^2/y)-mgr^2$

$= -11425,781$

Courbe de $t^2=f(h)$:

Détermination de la fréquence de précession :

T :période du gyroscope autour de son axe propre de rotation.

T_p :période de précession.

$T^{-1}=(1/T)$.

Avec : g=10N.kg et r=2,5cm

Pour m=20g

T	T_P	T^{-1}
0 ,385	13,61	2,6
0,306	18,79	3,2
0 ,209	26 ,20	4,78

Pour m=40g

T	T_p	T^{-1}
0,191	**15,87**	**5,23**
0,291	**10,57**	**3,43**
0,267	**11,31**	**3,74**

On a :ω_p=(mgr/Iω)

Et nous avons: ω_p=(2π/T_p) et ω=(2π/T)

Donc : (1/T)=(mgr/4π^2I)T_p

Ou encore : T^{-1}= aT_p

calcule du moment d'inertie :

-Pour : m=20g :

a=($\Delta T^{-1}/\Delta T_p$)=(4,78-2,6/26,20-13 ,61)=0,17

I=(mgr/4π^2a)=7,45

-Pour : m=40g :

a=($\Delta T^{-1}/\Delta T_p$)=(5,23-3,43/15,87-10,57)=0,33

I=(mgr/4π^2a)=8,44

Courbe T^{-1}=f(Tp)

Détermination de la fréquence de nutation :

T_R	T_N
0,192	1 ,27
0,265	1 ,75
0,284	2

La relation entre la pulsation w et la pulsation de w du mouvement de rotation du gyroscope autour de son axe de rotation est donné par : **ῳ=k .ῳ**

Ce qui donne : $\mathbf{T_R=k.T_N}$

Où T_N : est la période du mouvement de nutation

La pulsation de nutation est proportionnelle à la pulsation de rotation .le coefficient k dépend du moment d'inertie du gyroscope autour de l' axe vertical de précession et de celui autour de son axe de symétrie.

$K = (\Delta T_R/\Delta T_N)$

=(0,284-0,192)\(2-1,27)

=0,126

Courbe $T_R=f(T_N)$

Conclusion :

L’étude théorique nous a tout d’abord permis de comprendre les lois qui régissent le comportement d’un gyroscope et en particulier d’établir la relation entre le couple applique ,la vitesse de précession et le moment cinétique .